پهنه‌بندی پتانسیل‌های توپوکلیمایی کشت گندم دیم در استان کرمانشاه

حسن عینی (کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد)
سلیمان صادقی (استادیار اقلیم‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، نویسنده مسؤول)
Sadeghi.s6@yahoo.com
سیدرضا حسین‌زاده (دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه فردوسی مشهد)

چکیده

با توجه به اینکه سطح زیر کشت غالب محصولات دیم در استان کرمانشاه به گندم دیم اختصاص دارد، لذا پهنه‌بندی توپوکلیمایی کشت گندم دیم در این استان هدف این تحقیق قرار گرفته است. پارامترهای مورد استفاده در این مقاله عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین یعنی ارتفاع و شیب بوده و برای دست‌یابی به تاریخ دقیق مراحل رشد گندم دیم در مناطق مختلف استان، از روش درجه – روزهای رشد[1] استفاده شده است. در مرحله بعد مقادیر بارش سالانه، پاییزه و بهاره برای تمام ایستگاه‌ها محاسبه و سپس احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه‌زنی، دمای بیشینه۲۵ و ۳۰ درجه سلسیوس و بیشتر در مرحله‌ی گل‌دهی و مرحله‌ی دانه‌بندی محاسبه‌شده‌است. مقادیر محاسبه شده با توجه به روش واسطه‌یابی IDW در محیط GIS به پهنه‌های مختلف تبدیل شد. هم‌چنین با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) با وضوح ۹۰ متری در محیط GIS طبقات ارتفاعی و هم چنین طبقات شیب برای کل استان محاسبه شد. نهایتاً با هم‌پوشانی و تحلیل لایه‌های اطلاعاتی به روش «ارزش وزنی طبقه‌بندی‌شده»، نقشه نهایی مناطق مساعد کشت گندم دیم در استان کرمانشاه تهیه گردید. نتایج نشان می‌دهد که در حرکت از شرق به غرب استان، مناطق مساعد کشت گندم دیم مساعد می‌شود و این روند مشابه پراکندگی بارش سالانه در استان است. افزون بر این از بین پارامترهای مورد مطالعه در این تحقیق، نقش بارش سالانه از همه مهم‌تر است. همچنین از

1- growing degree-days

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۷/۱۱ تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۳/۲۰

طریق انطباق لایه‌های مؤثر در فرایند کشت گندم دیم در محیط، امکان شناخت میزان مطلوبیت مناطق مساعد جهت کشت این گیاه ارزشمند وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: پهنه‌بندی، گندم دیم، توپوکلیما، درجه- روزهای رشد (GDD)، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی .

درآمد

با افزایش روزافزون جمعیت و نیاز به مواد غذایی، گندم به عنوان محصولی با بیشترین سطح زیر کشت و تولید سالیانه در مقیاس جهانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به اهمیت و نقش گندم به‌عنوان مهم‌ترین محصول زراعی کشور و تغذیه مردم، شناسایی و معرفی مناطق مساعد کشت آن در هر منطقه علاوه بر بالا بردن راندمان تولید، بهبود شرایط اقتصادی مردم را نیز دربرخواهد داشت.

هدف از این مقاله شناسایی امکانات بالقوه توپوکلیمایی و تعیین چگونگی انطباق آن‌ها با نیازهای گندم دیم، تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد و پهنه‌بندی اقلیمی است، شناخت توانایی‌ها و محدودیت‌های آب و هوایی علاوه بر به‌کارگیری در افزایش عملکرد گندم می‌تواند در تمامی مطالعات زیربنایی منطقه نیز به کار گرفته شود و دسترسی مناسب را برای مطالعات آمایش سرزمین ایجاد نماید.

مطالعات مختلف و متنوعی در سراسر دنیا بر رابطه‌ی بین عوامل توپوکلیماتیک و رشد و نمو گیاه در دیم‌کاری صورت گرفته است. رس[1]، تأثیر رژیم بارندگی و دما بر روی عملکرد گندم دیم را در منطقه‌ی بلوچستان پاکستان مورد مطالعه قرار داده است(۱۹۹۰: ۳۸۱ – ۳۹۶). در این تحقیق احتمالات وقوع بارندگی مورد نیاز در فصول بهار (برای کشت بهاره) و پاییز و زمستان (کشت پاییزه) جهت رشد و نمو گندم محاسبه گردید. هم‌چنین احتمال وقوع یخبندان و تعداد روزهای یخبندان نیز محاسبه و رابطه‌ی دمای بیشینه و کمینه با ارتفاع محل مشخص گردید. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، کاشت ارقام مقاوم به سرما و خشکی و محصولات زمستانه برای مناطق

1- Ress

شرقی منطقه توصیه گردید. اوچه[1] در ساوانای نیجریه به پهنه‌بندی آگروکلیمایی تولید گندم پرداخته و مطالعات وی نشان می‌دهد که در یک منطقه تروپیکال مانند نیجریه، اقلیم یک فاکتور بسیار مهم برای رشد گندم بوده و راندمان تولید با نزدیک شدن به استوا به علت افزایش دما و رطوبت به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد(۱۹۹۸: ۵۵ – ۶۵). سایتا پریا[2] برای پهنه‌بندی گیاهان زراعی ذرت خوشه‌ای، برنج، گندم و سیب‌زمینی در هند از عوامل و عناصر اقلیمی نظیر ارتفاع از سطح دریا، شیب، نوع خاک، دما، بارندگی، طول روز، میزان تبخیر و سرعت باد استفاده کرده است(۱۹۹۹: ۱ –۴). وی با دخالت دادن هر یک از عوامل فیزیکی زمین، تأثیر هر کدام از آن‌ها را بر روی گیاهان زراعی بررسی و سپس با ارزش‌گذاری هر کدام از لایه‌ها در محیط GIS، داده‌های فوق را تحلیل نمود و سرانجام نقشه‌ی نهایی مناطق مستعد برای کشت این گیاهان را تهیه کرد. در ایران به عنوان اولین تحقیقات در زمینه اقلیم‌شناسی کشاورزی می‌توان به طرح مطالعاتی سازمان هواشناسی کشور با همکاری شرکت کوانتا[3] (۱۳۵۴) روی شرایط کشت ۱۵ محصول مهم زراعی ایران اشاره کرد. در این تحقیق نقش عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی زمین روی محصولات بررسی گردیده و با تحلیل داده‌ها، نقشه مناطق مستعد برای کشت تهیه شده است، اما امروزه با افزایش طول دوره‌ی آماری و تعداد ایستگاه‌های هواشناسی جدید و به کارگیری نرم‌افزارهای رایانه‌ای می‌توان با تحلیل داده‌ها و با به‌کارگیری روش‌های پیشرفته، تغییراتی در نقشه تهیه شده توسط سازمان هواشناسی کشور به وجود آورد.

جهانبخش اصل(۱۳۷۴)، طی مطالعه‌ای با استفاده از داده‌های آگروکلیمایی از قبیل بارندگی، تابش، دما، رطوبت، باد، توپوگرافی و نوع خاک، ارتباط بین تولیدات کشاورزی و اقلیم را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و به این نتیجه رسید که می‌توان با تحلیل داده‌های اقلیمی به افزایش عملکرد و بهره‌وری مناسب و در نهایت بهبود مدیریت کشاورزی اقدام نمود.

کمالی(۱۳۷۶)، به بررسی اکولوژیکی توانایی دیمزارهای غرب کشور از نظر اقلیمی و با تأکید خاص بر گندم دیم پرداخته است. در این تحقیق پارامترهای اقلیمی متناسب با نیازهای اکوفیزیولوژی

1- Oche
2- Sayta pariya
3- Kovanta

گیاه گندم، گام به گام بررسی و در نهایت، مناطق از نظر استعداد به ۳ منطقه مستعد، نیمه مستعد و نامستعد، طبقه‌بندی و در پایان منطقه‌ای که پارامترهای اقلیمی آن در راستای نیازهای گیاه و متناسب با مراحل رشد آن بود به عنوان منطقه نهایی مشخص گردید(۱۳۷۶: ۱۳ - ۲۴).

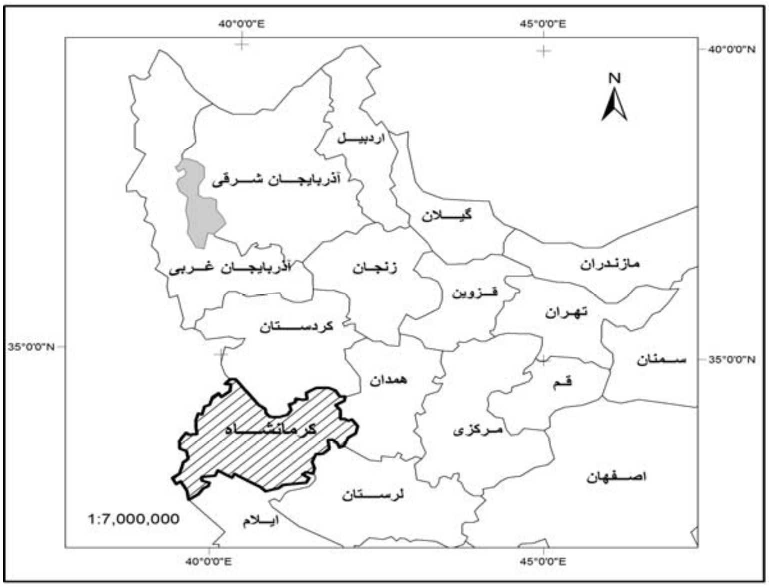
فرج‌زاده و تکلوبخش(۱۳۸۰) پهنه‌بندی آگروکلیماتیک گندم دیم را در استان همدان در محیط GIS انجام داده‌اند(۱۳۸۰: ۹۵ – ۹۹). آن‌ها در این تحقیق ابتدا متغیرهای توپوگرافی، شیب، عمق و بافت خاک، بارش ، دما و تبخیرسالانه را در محیط GIS تحلیل و ارزش‌گذاری کرده، سپس با هم‌پوشانی لایه‌های فوق نقشه نهایی مناطق مناسب برای کشت گندم دیم را تهیه کرده‌اند. نتیجه این تحقیق بیانگر این واقعیت است که نخست پهنه‌بندی گیاهان زراعی براساس تحلیل داده‌های اقلیمی امکان‌پذیر بوده و دیگر اینکه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، مناسب‌ترین روش تحلیل داده‌هاست، که می‌تواند نواحی همگن را با دقت بیشتر شناسایی نموده و پهنه‌بندی دقیقی ارائه نماید.

هدف این مقاله با توجه به نتایج این مقاله تحقیقات فوق و لزوم انجام آن در تمام مناطق کشور، پهنه‌بندی پتانسیل‌های اقلیمی کشت گندم دیم در استان کرمانشاه با استفاده از GIS است؛ چون عناصر و عوامل اقلیمی در تعیین نوع کشت و عملکرد نوع محصول از اهمیت زیادی برخوردار است، در این تحقیق داده‌های مؤثر اقلیمی شامل بارندگی سالانه، بارش‌های پاییزه و بهاره، دماهای مناسب در مرحله جوانه‌زنی، دمای بیشینه روزانه در مراحل گل‌دهی و پرشدن دانه و هم چنین عوامل زمینی از قبیل ارتفاع، شیب و تأثیر هر کدام از آن‌ها را بر روی گندم دیم مورد بررسی قرار گرفته است. سپس با ارزش‌گذاری هر کدام از لایه‌ها در محیط GIS، داده‌های فوق تحلیل و سرانجام نقشه نهایی مناطق مستعد برای کشت گندم دیم تهیه شده است.

موقعیت جغرافیایی منطقه

استان کرمانشاه با وسعت حدود ۲۴۴۳۴ کیلومتر مربع درمیانه ضلع غربی کشور و در مختصات جغرافیایی ۳۶َ ۳۲ْ تا ۱۵َ ۳۵ْ عرض شمالی و ۲۴َ ۴۵ْ تا ۳۰َ ۴۸ْ طول شرقی واقع شده است (شکل ۱).

شکل ۱. موقعیت جغرافیایی استان کرمانشاه



این استان با ۱/۵درصد مساحت کل کشور از نظر موقعیت سیاسی از شمال بـه اسـتان کردسـتان، از جنوب به استان‌های لرستان و ایلام، از شرق به استان همدان و از غرب به کشور عراق محدود می‌شـود. استان کرمانشاه در معرض جبهه‌های مرطوب دریای مدیترانه قرار دارد. برخورد این جبهه‌ها با ارتفاعـات زاگرس موجب ریزش برف و باران می‌گردد. متوسط میزان بارندگی در نقاط مختلف استان بین ۳۰۰ تـا ۸۰۰ میلی‌متر در نوسان است. به‌طور کلی متوسط میـزان بارنـدگی در اسـتان را ۴۰۰ تـا ۵۰۰ میلـی‌متـر می‌توان در نظر گرفت(مصطفایی،۱۳۸۳: ۷).

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده در این مقاله شامل آمار میانگین دمای روزانه، دمای کمینه و بیشینه روزانه، بـارش-های سالانه، پاییزه و بهاره و همچنین نقشه‌های سطوح ارتفاعی و شیب بوده که از مـدل رقـومی ارتفـاع (DEM) ۹۰ متری به‌دست آمده است. برای داده‌های دما از ۵ ایستگاه سینوپتیک و برای داده‌های بارش از ۱۰ ایستگاه سینوپتیک و باران‌سنجی موجود در استان که دارای داده‌های آمـاری نسـبتاً بلنـد مـدت و پیوسته بودند، استفاده شد. (جدول ۱) مشخصات ایسـتگاه‌هـای هواشناسـی و (شـکل۲) توزیـع شـبکه

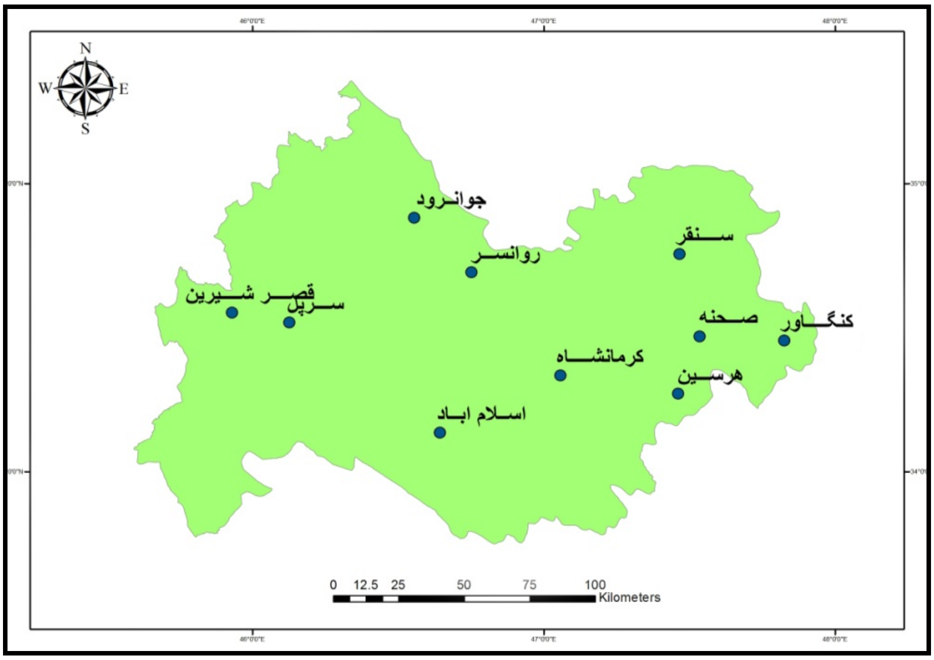
ایستگاه‌های محدوده‌ی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. طول دوره آماری این پژوهش ۱۵ساله انتخاب گردیده، که سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۰ میلادی، هم‌زمان با سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۸ شمسی را در برمی‌گیرد. به لحاظ اینکه داده‌ها به ۲ صورت میلادی و شمسی بود، کل داده‌ها بر اساس تاریخ شمسی مرتب شدند. درتکمیل برخی خلأهای آماری عناصر بارش و دما از روش نسبت‌ها و تفاضل‌ها (علیزاده،۱۳۸۲: ۶۸۲ – ۶۸۵) استفاده شده است.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی در منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع به متر
۱	کرمانشاه	سینوپتیک	۴۷°۰۹′	۳۴°۲۱′	۱۳۱۸/۶
۲	روانسر	سینوپتیک	۴۶°۳۹′	۳۴°۴۳′	۱۳۷۹/۷
۳	سرپل ذهاب	سینوپتیک	۴۵°۵۲′	۳۴°۲۷′	۵۴۵
۴	کنگاور	سینوپتیک	۴۷°۵۹′	۳۴°۳۰′	۱۴۶۸
۵	اسلام اباد غرب	سینوپتیک	۴۶°۲۸′	۳۴°۰۷′	۱۳۴۸/۸
۶	جوانرود	باران سنجی	۴۶°۳۰′	۳۴°۴۸′	۱۳۷۵/۴
۷	سنقر	باران سنجی	۴۷°۳۵′	۳۴°۴۷′	۱۷۰۰
۸	قصر شیرین	باران سنجی	۴۵°۳۶′	۳۴°۳۲′	۳۷۵/۹
۹	صحنه	باران سنجی	۴۷°۶۳′	۳۴°۲۸′	۱۳۸۲
۱۰	هرسین	باران سنجی	۴۷°۳۹′	۳۴°۱۰′	۱۵۸۰

مأخذ: نقشه توپوگرافی منطقه

شکل۲: موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی در منطقه مورد مطالعه



برای تهیه نقشه‌های سطوح ارتفاعی و شیب از رستر ارتفاعی ۹۰ متری و اکستنشن‌های مربوط در نرم افزار ArcGis 9.3 استفاده شده است. این DEM از نوع SRTM[1] بوده است .

بر اساس مطالعات انجام شده، تاریخ کشت گندم در منطقه مطالعاتی بین ۷ تا ۱۵ آبان ماه در نظر گرفته شده است (کمالی، ۱۳۷۶: ۲۲).در این مطالعه برای دست‌یابی به تاریخ دقیق مراحل رشد گندم دیم در مناطق مختلف استان از روش درجه – روزهای رشد(GDD)[2] واز رابطه‌ی زیر استفاده شده است (Hundal & et al,1997).

رابطه(۱)

$$GDD = \sum_{a}^{b} \left\{ \left[\frac{T_{\max} + T_{\min}}{۲} \right] - Tb \right\}$$

1- Shuttle Radar Topography Misson
2- Growing Degree Days

در این رابطه GDD= درجه روزهای رشد (حرارت تجمعی)، $T_{\max}$, $T_{\min}$ درجه حرارت‌های بیشینه و کمینه روزانه (برحسب درجه سلسیوس)، Tb درجه حرارت پایه (برحسب درجه‌ی سلسیوس)، a و b به ترتیب تاریخ‌های شروع و پایان مرحله‌ی فنولوژیکی هستند. قابل ذکر است که درجه حرارت پایه، پایین‌ترین درجه حرارتی است که فرض می‌شود، پایین‌تر از آن رشدی وجود ندارد. در این مطالعه برای محاسبه‌ی GDD درجه حرارت پایه‌ی صفر درجه‌ی سلسیوس در نظر گرفته شده و چنانچه درجه حرارت متوسط روزانه برابر یا کمتر از درجه حرارت پایه باشد، مقدار GDD برابر صفر در نظر گرفته شده است (Sharma & et al, 2004).

در انجام تحقیق با استفاده از نرم‌افزارEXCEL تاریخ کشت (GDD) هر سال و برای هر ایستگاه محاسبه و بدین ترتیب روزهای رسیدن به مراحل مختلف فنولوژی تعیین شد. با در اختیار داشتن مقدار درجه حرارت لازم برای رشد در هر مرحله و با توجه با آمار درجه حرارت می‌توان مراحل مختلف فنولوژی گیاهان را پیش‌بینی کرد. میزان کل واحدهای حرارتی مورد نیاز عبور گیاه از مراحل حساس رشد بدین شرح است: از تاریخ کاشت تا مرحله سبز شدن ۱۸۰ درجه –روز، از تاریخ کاشت تا دوره‌ی گل‌دهی ۱۵۰۰ درجه –روز و از تاریخ کاشت تا دوره پر شدن دانه ۲۳۰۰ درجه – روز(بازگیر، ۱۳۷۹: ۳۵). در مرحله‌ی بعد ابتدا میانگین‌های بارندگی سالانه، پاییزه و بهاره ایستگاه‌ها محاسبه و سپس احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه‌زنی ۸ تا ۱۴ درجه سلسیوس(به شرطی که دمای کمینه شبانه‌روزی به صفر و زیر صفر نرسیده باشد) و هم‌چنین احتمال وقوع درجه حرارت‌های بیشینه ۳۰ درجه سلسیوس و بیشتر در مرحله‌ی گل‌دهی و احتمال وقوع درجه حرارت‌های بیشینه ۳۰ درجه سلسیوس و بیشتر در مرحله‌ی پر شدن دانه نیز محاسبه گردید. مقادیر محاسبه شده در محیط GIS به روش IDW [1] (تابع معکوس فاصله)، واسطه‌یابی و به پهنه‌های مختلف تبدیل شد. هم‌چنین با استفاده از DEM ۹۰ متری استان طبقات ارتفاعی و شیب برای کلّ استان محاسبه و نهایتاً با بهره‌گیری از مدل وزنی طبقه‌بندی شده (مخدوم ۱۳۸۰: ۲۳۰ – ۲۳۱) هم‌پوشانی لایه‌های تهیه شده براساس رابطه زیر صورت گرفت.

1- Inverse Distance Weighted

رابطه (۲): $p = w_1s_1 + w_2s_2 + ... + w_ns_n$

در این رابطه، حرف p نتیجه‌ی حاصل از هم‌پوشانی، حرف w نام هر یک از پارامترهای مورد استفاده در این و حرف s ارزش وزنی طبقات هر یک از پارامترها است.

نتایج و بحث

الف: بارش

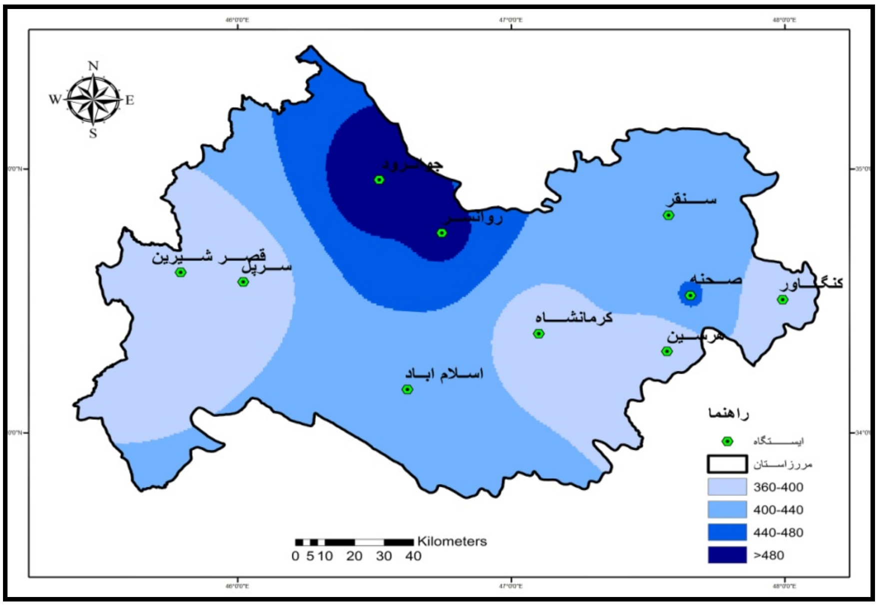
بارش سالانه مهم‌ترین متغیر آب و هوایی در کاشت گندم دیم محسوب می‌شود (رستگار، ۱۳۷۱: ۴۵). با این منظور مقادیر بارش سالانه هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه، در محیط GIS تحلیل و سپس بر اساس نیاز رویشی گندم دیم ارزش‌گذاری و طبقه‌بندی شد. تعداد طبقات، میزان ارزش وزنی و سهم درصد مساحت هر یک در نقشه‌ی نهایی و (جدول ۲)، ارائه شده است.

جدول ۲: ارزش وزنی و کلاسه‌بندی میزان بارندگی سالانه در استان کرمانشاه

بارش سالانه(mm)	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	درصد مساحت	درصد مساحت تجمعی
۴۰۰ – ۳۶۰	۱	ضعیف	۳۳/۱۱	۳۳/۱۱
۴۴۰ – ۴۰۰	۲	متوسط	۴۹/۲	۸۲/۲۱
۴۸۰ – ۴۴۰	۳	خوب	۱۰/۵	۹۲/۷۱
۴۸۰<	۴	بسیار خوب	۷/۱۹	۱۰۰
جمع	—	—	۱۰۰	—

با توجه به (شکل ۳)، کمترین بارش‌ها (۳۶۰ تا ۴۰۰ میلی متر) در بخش‌های جنوب شرق، غرب و جنوب غرب استان شامل هرسین، کرمانشاه، کنگاور، سرپل‌ذهاب و قصر شیرین مشاهده می‌شود. این مناطق که ۳۳/۱۱ درصد از کلّ مساحت استان را به خود اختصاص می‌دهند، از نظر توصیف قابلیت جزء گروه ضعیف قرار می‌گیرند.

شکل ۳: نقشه توزیع جغرافیایی بارش سالیانه (میلی‌متر) در استان کرمانشاه



مأخذ: نگارنده

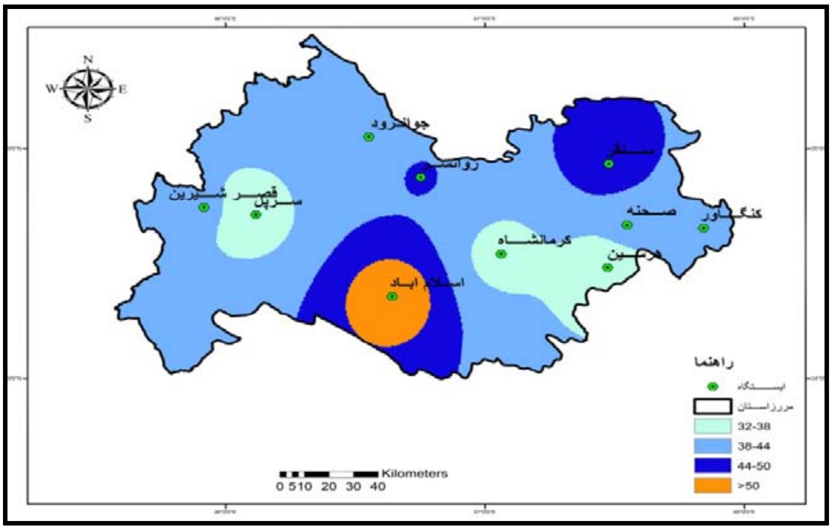
بخش کوچکی از استان (۷/۹ درصد مساحت استان)، که شامل روانسر و جوانرود است، دارای بارش بیش‌تر از ۴۸۰ میلی‌متر است. در این مناطق تولید گندم دیم با در نظرگرفتن بارندگی سالانه به تنهایی بسیار مناسب است. در بعضی از ایستگاه‌های مورد مطالعه با وجود اینکه توزیع بارش سالانه کمتر از کمینه مورد نیاز برای گندم دیم است، ولی توزیع روزانه بارش در طول مراحل رشد امکان کشت را ممکن می‌سازد. بنابراین برای رسیدن به اهداف تحقیق و بررسی نحوه توزیع بارش در طول دوره رشد در استان کرمانشاه، مقادیر بارش پاییزه، بارش بهاره به شرح زیر مورد مطالعه قرار گرفت. در شرایط مطلوب گندم زمستانه تا اواخر پاییز (قبل از شروع یخبندان) باید ۳ تا ۴ پنجه زده باشد تا بتواند سرماهای زیر صفر زمستان را به خوبی سپری کند(زرین، ۱۳۷۹: ۷۸). این بدان معناست که مراحل جوانه‌زنی و پنجه‌زنی گندم باید در فصل پاییز صورت گیرد. سازمان هواشناسی کشور مقدار مناسب بارش پاییزه برای جوانه‌زنی و پنجه‌زنی گندم را ۴۰ تا ۶۰ میلی‌متر پیشنهاد کرده است. استان کرمانشاه از نظر میزان بارش پاییزه به چهار طبقه‌ی ضعیف، متوسط ، خوب و بسیار خوب تقسیم شد. تعداد طبقات و میزان ارزش وزنی هر یک از آن‌ها، به‌علاوه‌ی سهم درصد مساحت این لایه در نقشه نهایی(جدول ۳) ارائه شده است.

جدول ۳: ارزش وزنی و کلاسه‌بندی میزان بارش پاییزه در استان کرمانشاه

بارش پاییزه(mm)	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	درصد مساحت	درصد مساحت تجمعی
۳۲ – ۳۸	۱	ضعیف	۱۲/۳۰	۱۲/۳۰
۳۸ – ۴۴	۲	متوسط	۶۵	۷۷/۳۰
۴۴ – ۵۰	۳	خوب	۱۵	۹۲/۳۰
>۵۰	۴	بسیار خوب	۷/۷	۱۰۰
جمع	—	—	۱۰۰	—

با توجه به (شکل ۴) کم‌ترین بارش پاییزه مربوط به ایستگاه سرپل ذهاب و نواحی جنوب شرق استان است که با بارش ۳۲ تا ۳۸ میلی‌متر از نظر توصیف قابلیت، در گروه ضعیف قرار می‌گیرند. این پهنه ۱۲/۳ درصد از کلّ مساحت استان را دربرمی‌گیرد. همچنین ۶۵ درصد از مساحت استان با بارشی حدود ۳۸ تا ۴۴ میلی متر در گروه متوسط قرار می‌گیرد. بخش کوچکی از استان در جنوب اسلام‌آباد با سطحی معادل ۷/۷ درصد از مساحت کل استان با بارش بیشتر از ۵۰ میلی‌متر، از نظر توصیف قابلیت، جزء گروه بسیار خوب به شمار می‌آید.

شکل ۴: نقشه توزیع جغرافیایی مقادیر بارش پاییزه در استان کرمانشاه



بر اساس مطالعات انجام یافته توسط گیوی، بارش مناسب بهاره (مجموع بارش مرحله گل‌دهی و دانه‌دهی)، ۱۱۵ الی ۱۷۰ میلی‌متر پیشنهاد شده است (۱۳۷۶: ۷۸ – ۷۹). بازگیر، بدون اشاره به مقدار بارش ۳۷ تا ۴۰ درصد نسبت بارش بهاره به بارش سالیانه را به عنوان بارش مناسب بهاره تعیین کرده است(۱۳۷۹: ۶۱).

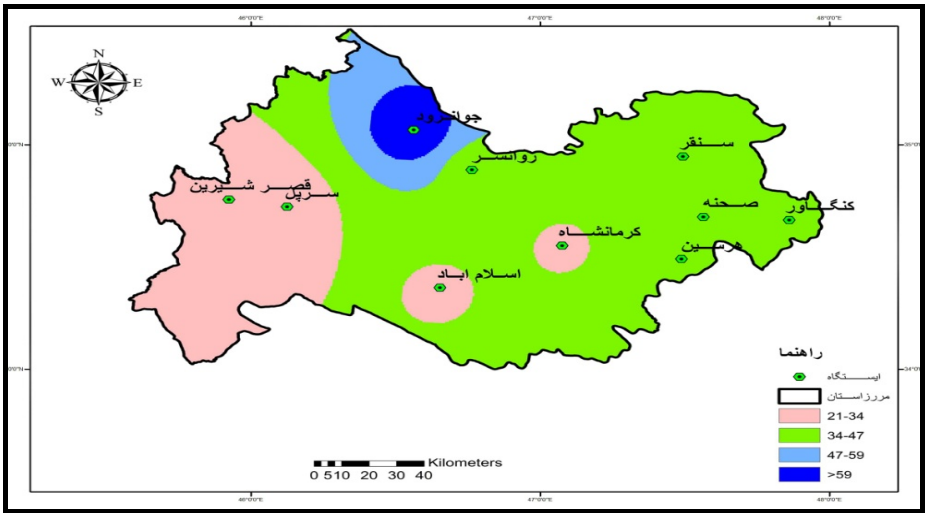
بر این اساس مطابق با (جدول ۴)، منطقه از نظر میزان بارش بهاره به چهار دسته‌ی ضعیف، متوسط، خوب و بسیارخوب تقسیم شده است(جدول ۴ و شکل ۵).

جدول ۴: ارزش وزنی و کلاسه‌بندی میزان بارش بهاره در استان کرمانشاه

بارش بهاره(mm)	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	درصد مساحت	درصد مساحت تجمعی
۲۱ – ۳۴	۱	ضعیف	۲۶/۹۰	۲۶/۹۰
۳۴– ۴۷	۲	متوسط	۶۱/۵	۸۸/۴
۴۷ –۵۹	۳	خوب	۷/۶	۹۶
>۵۹	۴	بسیار خوب	۴	۱۰۰
جمع	—	—	۱۰۰	—

با توجه به (شکل ۵) مشاهده می‌شود که کم‌ترین بارش بهاره در استان کرمانشاه مربوط به سرپل ذهاب، قصر شیرین، مرکز کرمانشاه و جنوب اسلام آباد است که دارای بارش ۲۱ تا ۳۴ میلی‌متر است. این محدوده که ۲۶/۹ درصد از مساحت استان را شامل می‌شود، جزء گروه ضعیف قرار می‌گیرد. بیش‌تر مناطق استان (۶۱/۵ درصد از مساحت استان)، دارای محدودیت متوسط بوده که بارشی حدود ۳۴ تا ۴۷ میلی‌متر دارد، اما بخش کوچکی از آن(۴ درصد از مساحت استان) دارای بارش بیش‌تر از ۵۹ میلی‌متر بوده که از نظر توصیف قابلیت در گروه بسیار خوب قرار می‌گیرد.

شکل ۵: نقشه توزیع جغرافیایی مقادیر بارش بهاره در استان کرمانشاه



ب: دما

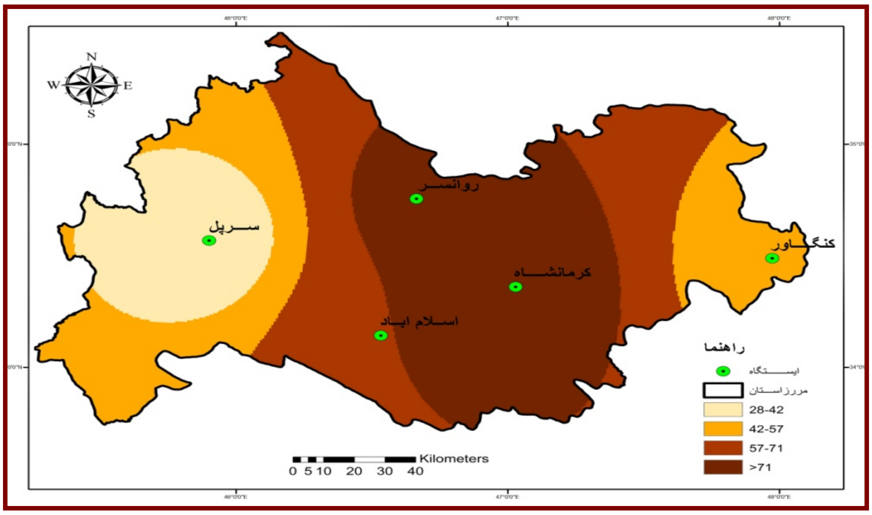
دما در مراحل ابتدایی رشد گیاه، به ویژه در دوره کاشت تا سبز شدن، اثر قابل توجهی بر گیاهان سبز دارد. خواجه‌پور، دمای مناسب جوانه‌زنی گندم را ۱۵ درجه سلسیوس بیان نموده است(۱۳۶۵: ۳۷). بذر گندم در محدوده دمای ۴ تا ۳۷ درجه سلسیوس، قدرت جوانه زدن را دارد و دمای مطلوب برای این مرحله بین ۲۲ تا ۲۵ درجه سلسیوس می‌باشد(شبستری و مجتهدی، ۱۳۶۹). در این تحقیق درجه حرارت مناسب برای جوانه زنی(کاشت تا سبز شدن)، ۸ تا ۱۴ درجه سلسیوس گرفته شد با این شرط که درجه حرارت روزانه به صفر نرسد در نظر گرفته شده است(سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۳؛ کمالی، ۱۳۷۶). بنابراین برای هر یک از ایستگاه‌های سینوپتیک و باران‌سنجی مورد مطالعه از تاریخ کشت، محاسبه (GDD) آغاز و تا تاریخ رسیدن به ۱۸۰ درجه – روز شرایط دمای متوسط روزانه مورد بررسی قرار گرفت، سپس احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه‌زنی، یعنی ۸ تا ۱۴ درجه سلسیوس، با این شرط که دمای کمینه شبانه‌روزی به صفر و زیر صفر نرسیده باشد، محاسبه گردید. مطابق (جدول ۵)، استان کرمانشاه، از نظر توزیع جغرافیایی احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه‌زنی، به چهار طبقه‌ی ضعیف، متوسط، خوب و بسیارخوب تقسیم شد و تعداد طبقات و میزان ارزش وزنی هر یک از آن‌ها از نقشه نهایی در (جدول ۵) درج شده است.

جدول۵: ارزش وزنی احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه‌زنی در استان کرمانشاه

احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه‌زنی به درصد	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	درصد مساحت	درصد مساحت تجمعی
۲۸ – ۴۲	۱	ضعیف	۱۵/۳۰	۱۵/۳۰
۴۲ – ۵۷	۲	متوسط	۲۳	۳۸/۳۰
۵۷ – ۷۱	۳	خوب	۲۶/۹	۶۵/۲
>۷۱	۴	بسیار خوب	۳۴/۸	۱۰۰
جمع	—	—	۱۰۰	—

با توجه به (شکل ۶) مشخص می‌شود که در ۱۵/۳درصد مساحت استان، که شامل غرب کرمانشاه(سرپل ذهاب) می‌شود، احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه‌زنی بین ۲۸ تا ۴۲ درصد می‌باشد که جزء گروه ضعیف قرار دارد.

شکل۶: نقشه توزیع جغرافیایی احتمالات وقوع دماهای مناسب جوانه‌زنی



هم‌چنین مشاهده می‌شود که ۲۳ درصد از مساحت استان، که شامل نواحی شرق، شمال شرق، غرب و جنوب غرب کرمانشاه می‌باشد، دارای احتمال وقوع دماهای مناسب جوانه زنی ۴۲ تا ۵۷ درصد است، که از نظر توصیف قابلیت، جزء گروه متوسط به شمار می‌آیند. وضعیت خوب که در آن

حدود ۵۷ تا ۷۱ درصد مواقع دمای مناسب جوانه‌زنی روی می‌دهد، حدود ۲۶/۹ درصد از مساحت استان را تشکیل می‌دهد که عمده مراکز تجمع آن به صورت نوار باریکی در اطراف قسمت مرکزی منطقه واقع شده است. مناطق با وضعیت بسیار خوب بخش بیش‌تری از استان، یعنی ۳۴/۸ درصد آن را دربخش‌های مرکزی شامل می‌شود که در آن به طور متوسط بیش‌تر از ۷۱ درصد امکان وقوع دمای مناسب جوانه‌زنی وجود دارد. از دیگر مراحل حساس فنولوژی گندم، دوره‌ی گل‌دهی است. در این تحقیق بر اساس تعریف کرامر [۱] (۱۹۹۷) و وارینگتون [۲] (۱۹۷۷)، به پهنه‌بندی دمای گل‌دهی در استان پرداخته‌ایم. کرامر و وارینگتون بیان داشته‌اند که چنانچه افزایش دمای بیشینه روزانه از ۲۵ درجه سلسیوس بالاتر رود، سبب عقیمی اندام‌های نر در گندم و نهایتاً افت عملکرد محصول می‌شود. برای بررسی و پهنه‌بندی دمای استان کرمانشاه در مرحله‌ی گل‌دهی گندم دیم، دست‌یابی به تاریخ رسیدن به این مرحله از رشد گندم در ایستگاه‌های مورد مطالعه ضروری است. به این منظور درجه –روزهای رشد(GDD)، از تاریخ کشت تا تاریخ رسیدن به ۱۵۰۰ درجه –روز، برای هر یک از سال‌ها و هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه شده است. سپس احتمالات وقوع درجه حرارت‌های بیشینه روزانه ۲۵ درجه سلسیوس و بالاتر برای هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه شده است. مطابق (جدول ۶)، استان کرمانشاه از این نظر به ۴ طبقه تقسیم شده است (جدول ۶ و شکل ۷).

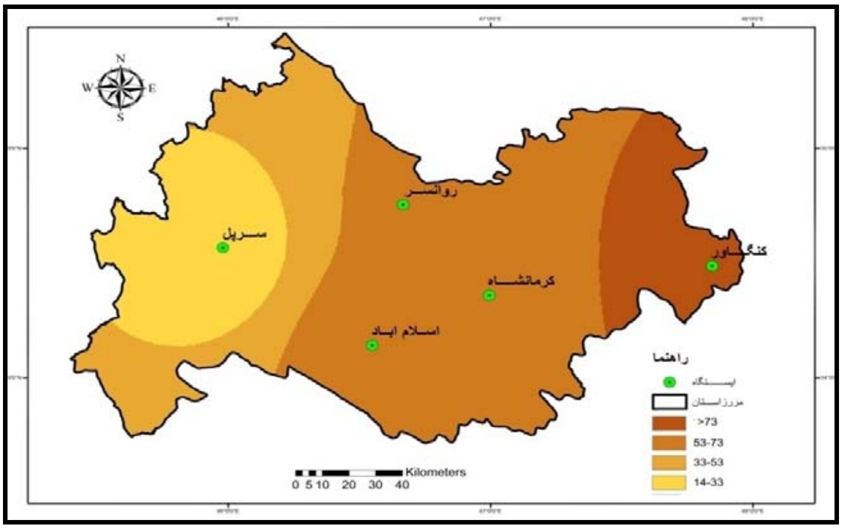
جدول ۶: ارزش وزنی احتمال وقوع دماهای بیشینه روزانه ۲۵ درجه و بیشتر در مرحله‌ی گل‌دهی در استان کرمانشاه

احتمال وقوع دماهای ۲۵ درجه و بیشتر در مرحله گل‌دهی	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	درصد مساحت	درصد مساحت تجمعی
>۷۳	۱	ضعیف	۱۱/۵	۱۱/۵
۷۳ – ۵۳	۲	متوسط	۵۰	۶۱/۵
۵۳ –۳۳	۳	خوب	۱۹/۳	۷۰/۸
۳۴ – ۱۴	۴	بسیار خوب	۱۹/۲	۱۰۰
جمع	—	—	۱۰۰	—

1- Kramer
2- Warrington

بر اساس (شکل ۷)، با حرکت از غرب به شرق استان، احتمال وقوع دماهای ۲۵ درجـه سلسـیوس و بالاتر از آن بیش‌تر می‌شود که برای رشد گندم دیم مناسب نیست. بنابراین بهترین ناحیه با سطحی معـادل ۱۹/۲ درصد از مساحت استان در نیمه غربی آن قرار دارد که احتمال وقوع بالایی (۱۴ تا ۳۳ درصد) دارد.

شکل ۷: نقشه توزیع جغرافیایی احتمالات وقوع دمای بیشینه روزانه ۲۵ درجه سانتیگراد و بیش‌تر در مرحله‌ی گل‌دهی گندم دیم



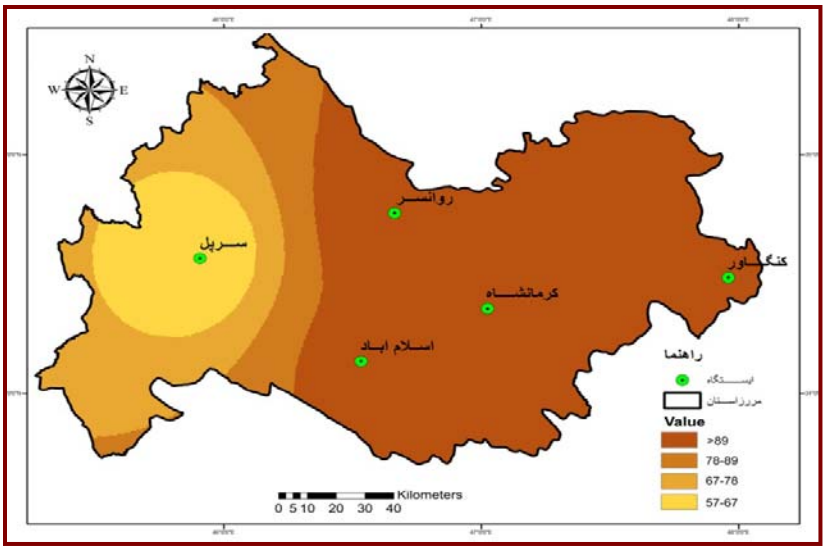
درجه حرارت‌های ۳۰ درجه سلسیوس و بالاتر در مرحله‌ی پرشدن دانه سبب افت عملکرد محصول می‌گردد، زیرا افزایش دما سبب افزایش تبخیر و تعرّق گیاه، تنش آبی و در نتیجه چروکیده شدن دانه‌هـا و کاهش وزن هزار دانه[1] و نهایتاً عملکرد در واحد سطح مـی‌شـود(کمـالی، ۱۳۷۶؛ بـازگیر، ۱۳۷۹؛ کرامـر، ۱۹۹۷). برای بررسی و پهنه‌بندی استان کرمانشاه در مرحله‌ی پر شدن گندم دیـم، دسـت‌یـابی بـه تـاریخ رسیدن به این مرحله از رشد گندم در ایستگاه‌های مورد مطالعه ضروری است. به همین منظـور درجـه – روزهای رشد(GDD) از تاریخ کشت تا تاریخ رسیدن به ۲۳۰۰ درجه –روز برای هر یک از سال‌ها و در تمام ایستگاه‌ها محاسبه گردید. سپس احتمال وقوع درجه حرارت‌های ۳۰ درجـه سلسـیوس و بـالاتر در طول دوره پر شدن دانه برای هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه محاسبه و (جدول ۷) تنظیم شد.

جدول۷: ارزش وزنی احتمال وقوع دماهای بیشینه روزانه ۳۰ درجه سانتیگراد و بیش‌تر در مرحله‌ی پر شدن دانه گندم دیم در استان کرمانشاه

احتمال وقوع دماهای ۳۰ درجه و بیش‌تر در مرحله‌ی پر شدن دانه	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	درصد مساحت	درصد مساحت تجمعی
۸۹<	۱	ضعیف	۶۱/۵	۶۱/۵
۷۸ – ۸۹	۲	متوسط	۱۱/۱۷	۷۳/۲۲
۶۷ – ۷۸	۳	خوب	۱۵/۳۸	۸۸/۶
۵۷ – ۷۸	۴	بسیار خوب	۱۱/۴	۱۰۰
جمع	—	—	۱۰۰	—

با توجه به (نقشه ۸) و (جدول ۷) ، بخش وسیعی از استان(۶۱/۵درصد) در مرکز و نیمه شرقی در گروه ضعیف قرار دارد، زیرا احتمال وقوع دماهای بیشینه۳۰ درجه سلسیوس و بیش‌تر در آن بالاتر از ۸۹ درصد می‌باشد. همچنین هر چه از سمت شرق استان به سمت غرب پیش می‌رویم، احتمال وقوع دماهای بیشینه روزانه ۳۰ درجه سلسیوس و بیش‌تر، کم‌تر می‌شود، به‌طوری‌که ناحیه بسیار خوب در این شکل، حدود ۱۱/۵ درصد از مساحت استان را شامل می‌شود و احتمال وقوع دماهای بیشینه روزانه ۳۰ درجه سلسیوس و بیش‌تر از آن بین ۵۷ تا ۶۷ درصد، در غرب کرمانشاه مشاهده می‌شود.

شکل۸: نقشه توزیع جغرافیایی احتمالات وقوع دمای بیشینه روزانه ۳۰ درجه سانتیگراد و بیش‌تر در مرحله‌ی پر شدن دانه گندم دیم



ج: ارتفاع

شکل زمین و ارتفاع آن در عملکرد محصول مؤثر است، طبق قاعده‌ی کلی با افزایش ارتفاع، بارندگی نیز افزایش می‌یابد(آرخی و لطفی،۱۳۸۸: ۷). رسولی و همکاران، در مطالعه‌ای با عنوان« نقش بارش و ارتفاع»، به تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم با استفاده از GIS در اردبیل مبادرت ورزیده و به این نتیجه رسیده‌اند، که سطوح ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۰ متر برای کشت گندم دیم بسیار مناسب و سطوح ارتفاعی بیشتر از ۲۵۰۰ هم برای این امر نامناسب است(۱۳۸۴: ۱۸۴ – ۲۰۰). ارتفاع متوسط استان کرمانشاه ۱۴۰۰ متر و دامنه‌ی تغییرات ارتفاع در آن ۳۲۳۷ متر است. در این مقاله با استفاده از DEM ۹۰ متری استان، نقشه سطوح ارتفاعی آن به شرح (جدول ۸) تهیه شده است .

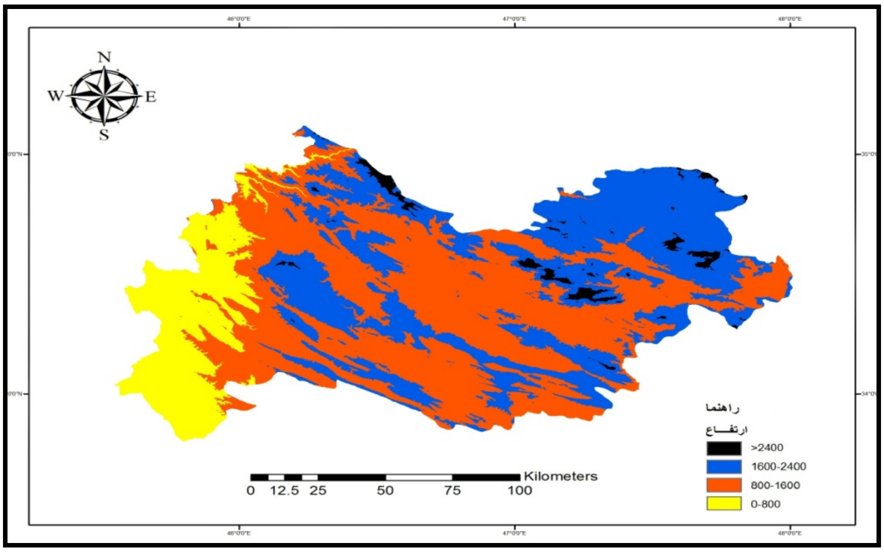
جدول۸: مشخصات مختلف وزن‌های طبقات ارتفاعی استان

ارتفاع به متر	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	درصد مساحت	درصد مساحت تجمعی
>۲۴۰۰	۱	ضعیف	۰/۰۴۵	۰/۰۴۵
۱۶۰۰ – ۲۴۰۰	۲	متوسط	۳۵/۸۵	۳۵/۹۰
۸۰۰ –۱۶۰۰	۳	خوب	۴۹/۷۳	۸۵/۶۳
۰ – ۸۰۰	۴	بسیار خوب	۱۴/۳۷	۱۰۰
جمع	—	—	۱۰۰	—

مأخذ: نگارنده

با توجه به نقشه طبقات ارتفاعی، مشخص می‌شود که قسمت غربی استان، مناسب ترین مکان از نظر ارتفاع برای کشت گندم دیم می‌باشد، زیرا حدود ۱۴/۳۷ درصد از مساحت استان در این بخش بین ۰ تا ۸۰۰ متر ارتفاع دارد که از نظر توصیف قابلیت، جزء گروه بسیار عالی به شمار می‌رود. همچنین مشاهده می‌شود که بخش‌های مرکزی استان در گروه خوب قرار می‌گیرند و سطح ارتفاعی ۸۰۰ تا۱۶۰۰ متر را در برمی‌گیرد. مناطق ضعیف کشت گندم دیم در ارتفاعات بیش از ۲۴۰۰ متر تنها محدوده‌های بسیار کوچکی(کمتر از ۱ درصد) در قله‌های شاهو و بیستون را شامل می‌شود.

شکل۹: نقشه نقاط ارتفاعی استان کرمانشاه



د: شیب

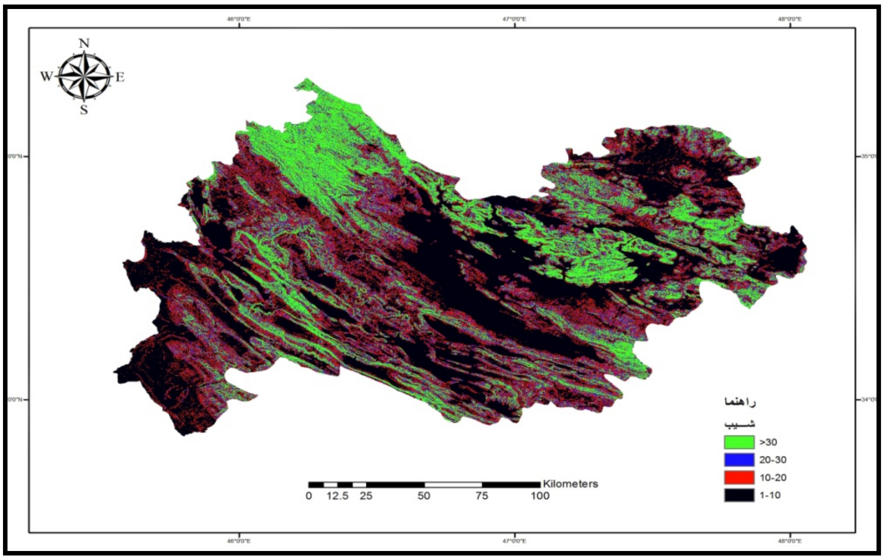
یکی از مهم‌ترین عوامل فیزیکی که تأثیرزیادی بر نوع کشت محصولات کشاورزی دارد، شیب زمین است. شیب‌های کمتر برای محصول دیم مناسب‌تر است، زیرا شیب کم باعث می‌شود آب‌های ناشی از بارندگی در زمین نفوذ کرده و ذخیره‌ی رطوبتی خاک افزایش یابد. از طرف دیگر دامنه‌ی تغییرات حرارتی در شیب کم، کمتر از شیب زیاد بوده و این نیز یک عامل مثبت برای رشد گیاه محسوب می‌شود. شیب زیاد تأثیر منفی در رشد تکاملی گیاه دارد، زیرا با شروع بارندگی نه تنها آب کمی در زمین نفوذ می‌کند، بلکه آب‌های جاری مواد غذایی زمین را شسته و از منطقه خارج می‌کند(آرخی و همکاران، ۱۳۸۸ :۷). معمولاً مقدار زیادی از اراضی دیم در دامنه‌ی کوهپایه‌ها با شیب ۲ تا ۸ درصد قرار دارند. نقشه شیب منطقه با استفاده از DEM ۹۰ متری استان تهیه و به ۴ طبقه ضعیف با شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد، متوسط با شیب ۲۰ تا ۳۰ درصد، خوب با شیب بین ۱۰ تا ۲۰ درصد و بسیار خوب با شیب ۱ – ۱۰ تقسیم گردید .تعداد طبقات و ارزش وزنی هر یک از آن‌ها و درصد مساحت این لایه در نقشه نهایی در (جدول ۹) آمده است.

جدول۹: مشخصات مختلف گروه‌های شیب و وزن‌های آن‌ها

شیب به درصد	ارزش وزنی	توصیف قابلیت	درصد مساحت	درصد مساحت تجمعی
>۳۰	۱	ضعیف	۲۱/۲۵	۲۱/۲۵
۲۰ – ۳۰	۲	متوسط	۱۲/۷۱	۳۳/۹۶
۱۰ – ۲۰	۳	خوب	۲۱/۰۴	۵۵
۱ – ۱۰	۴	بسیار خوب	۴۵	۱۰۰
جمع	—	—	۱۰۰	—

با توجه به (شکل ۱۰) مشخص می‌شود، که ۴۵ درصد از مساحت استان دارای شیب بسیار مناسب (۱ تا ۱۰ درصد) برای کاشت گندم دیم است، که عمدتاً نواحی غرب ، جنوب غرب و مرکز آن را دربرمی‌گیرد. حدود ۲۱/۲۵ درصد از مساحت استان را شیب‌های بیش از ۳۰ درصد شامل می‌شود، که از نظر توصیف قابلیت، جزء گروه ضعیف به حساب آمده و عمدتاً در شمال غرب استان توزیع شده‌اند.

شکل۱۰: نقشه پراکندگی میزان شیب به درصد در استان کرمانشاه



ه: پهنه‌بندی نهایی قابلیت اراضی استان کرمانشاه برای کشت گندم دیم

در این مرحله به منظور تحلیل داده‌ها، با هم‌پوشانی نقشه‌های (۳) تـا (۱۰)، نقشـه نهـایی منـاطق مساعد برای کشت گندم تهیه شده است. برای هم‌پوشانی با بهره‌گیری از روش مخدوم، ارزش وزنی هر کدام از لایه‌ها مشخص و سپس نقشه نهایی مناطق مساعد به کشت گندم دیم بر اساس رابطه زیر تهیه شده است.

$$DFW= Py(4, 3, 2, 1) + Pf(4, 3, 2, 1) + Ps(4, 3, 2, 1) + Tg(4, 3, 2, 1) + Tf(4, 3, 2, 1) + Ts(4, 3, 2, 1)+ E(4, 3, 2, 1) + S(4, 3, 2, 1)$$

در این رابطه، DFW= نقشه نهایی قابلیت اراضی استان کرمانشاه برای کشـت گنـدم دیـم، Py= بارش سالانه، Pf= بارش پاییزه، Ps= بارش بهاره، Tg= دمای مناسب جوانه‌زنـی، Tf= دمـای گـل-دهی، Ts= دمای پرشدن دانه، E= ارتفاع و S= شیب را نشان می‌دهد. همان‌طور کـه از (شـکل ۱۱)، مشخص است، نقشه نهایی استان کرمانشاه از نظر شرایط کاشت گندم دیم با ۴ پهنه به شرح زیـر بـه دست آمد:

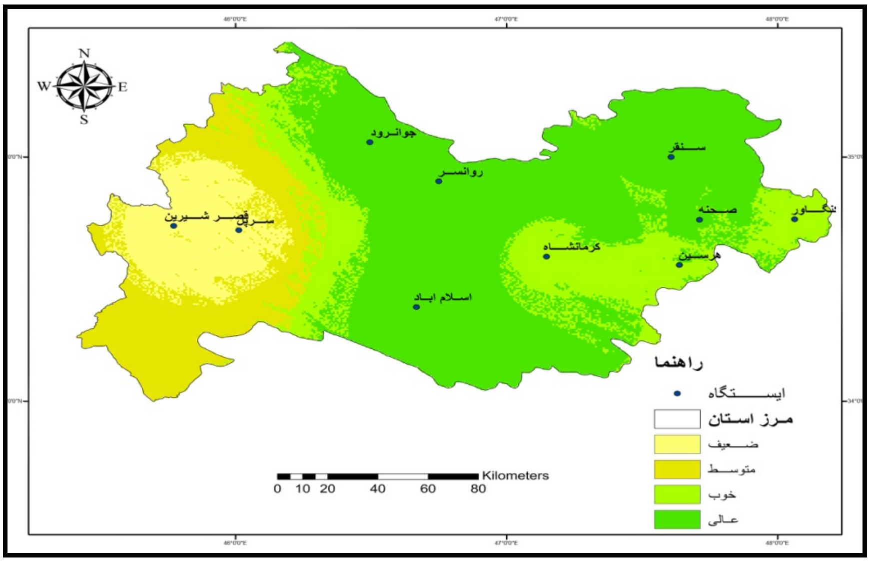
۱ـ مناطق ضعیف با مساحت ۲۵۵۳ کیلومتر مربع که به دلیل عدم وجود شرایط اقلیمـی مناسـب، کاشت گندم در این مناطق نامناسب بوده و دارای توجیه اقتصادی نمـی باشـد. وسـعت ایـن منـاطق ۱۰/۴۵ درصد از مساحت کل استان را دربرمی‌گیرد و عمدتاً در شهرستان‌های قصر شیرین و سـرپل-ذهاب واقع شده‌اند.

۲ـ مناطق متوسط با مساحت ۳۸۳۱ کیلومتر مربع که شرایط ضعیف‌تری را نسبت به مناطق مستعد دارا می‌باشد. این ناحیه ۱۵/۶۸ درصد از مساحت استان کرمانشاه را دربرمی‌گیرد. کشت گندم در ایـن مناطق توأم با ریسک بوده و تنها در صورت وجود ترسالی عملکرد مناسبی خواهند داشت. این مناطق بیش‌تر در قسمت‌های غربی و جنوب غربی استان قرار دارد .

۳ـ مناطق خوب با وسعت ۴۰۵۶ کیلومتر مربع که این منطقه از لحاظ عوامل اقلیمی مناسب گندم دیم است. با کشت در این مناطق می‌توان عملکرد محصول نسبتاً خوبی را انتظار داشت. این منطقه بـا وسعتی حدود ۱۶/۶۰ درصد از مساحت اسـتان، بـیش‌تـر در قسـمت‌هـای شـرق و جنـوب شـرقی استان(کنگاور، هرسین و قسمت شرقی کرمانشاه) مشاهده می‌شود.

۴ـ مناطق بسیار خوب با وسعت ۱۴۰۱۸ کیلومتر مربع که این ناحیه بیش‌ترین مساحت استان یعنی۵۷/۳۷ درصد آن را دربرمی‌گیرد و شامل شهرستان‌های جوانرود، روانسر، اسلام آباد غرب، سنقر، صحنه و قسمت‌های زیادی از کرمانشاه می‌باشد. این مناطق به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب در طول دوره‌ی رشد گندم دارای عملکرد بالا هستند یا می‌توانند چنین عملکردی را در صورت فراهم بودن سایر پارامترهای مورد نیاز داشته باشند.

شکل۱۱: نقشه نهایی مناطق مساعد برای کشت گندم



به‌طورکلی می‌توان گفت بر اساس (نقشه۱۱) هر چه از غرب استان به طرف شرق حرکت کنیم، به علت ارتفاع بیش‌تر از سطح دریا در این منطقه، به مناطق مناسب‌تری جهت کاشت گندم دیم می‌رسیم. برای بررسی صحت نتایج به‌دست‌آمده در خصوص نقشه نهایی مناطق مساعد برای کشت گندم در استان کرمانشاه، از عملکرد واقعی گندم دیم در استان استفاده شده است(جدول۱۰). همان‌طورکه (جدول ۱۰) نشان می‌دهد، بیش‌ترین میانگین میزان عملکرد متعلق به شهرستان روانسر با ۱۵۶۰ کیلوگرم در هکتار است، که در نقشه تهیه شده نیز این مناطق جزء مناطق بسیار خوب مشخص شده‌اند. هم‌چنین مشاهده می‌شود که کمترین میانگین میزان عملکرد نیز مربوط به

شهرستان‌های قصر شیرین با ۹۳۵/۷ کیلوگرم در هکتار و سرپل ذهاب با ۱۱۳۵/۷۱کیلوگرم در هکتار می‌باشد. در شهرستان‌های دیگر استان نیز چنین ارتباطی را می‌توان با شدت و ضـعف‌هـای مختلـف ملاحظه نمود که همه‌ی آن‌ها بیانگر دقت نقشه تهیه شده است.

جدول ۱۰: میانگین عملکرد گندم دیم (کیلوگرم در هکتار) در استان کرمانشاه در۷ سال اخیر

شهرستان	کرمانشاه	روانسر	سرپل ذهاب	کنگاور	اسلام آباد غرب	جوانرود	سنقر	قصر شیرین	صحنه	هرسین
میانگین	۱۴۰۱/۴۳	۱۵۶۰	۱۱۳۵/۷۱	۱۴۵۰	۱۴۵۷	۱۴۴۱	۱۳۱۲/۸۶	۹۳۵/۷۱	۱۴۴۴/۲۹	۱۴۷۱

مأخذ: جهاد کشاورزی استان کرمانشاه

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده بیانگر این واقعیت است، که بین پارامترهای مورد مطالعه، نقش بارش سـالانه و پراکنش آن از همه مهم‌تر است، زیرا در (شکل ۱۱) رابطه بین بارش و نواحی مساعد کشت گندم بـه خوبی مشهود است. بر این اساس در حرکت از غرب به شرق استان، منـاطق بـرای کشـت گنـدم از مساعد به سمت عالی پیش می‌رود که این روند مشابه پراکنـدگی بـارش سـالانه در اسـتان(شـکل۳) است. همچنین عملکرد گندم دیم در سطح شهرستان‌های استان(جدول۱۰) نشان از صحت نتایج بـه-دست‌آمده دارد، زیرا ضعیف‌ترین عملکرد گندم دیم در شهرستان‌های غـرب اسـتان(قصـر شـیرین و سرپل ذهاب) و بهترین آن‌ها در شرق استان قرار دارند.

از نتایج دیگر این تحقیق، برجسته‌ترشدن قابلیت سامانه‌هـای اطلاعـات جغرافیـایی در ترکیـب و تولید اطلاعات مکانی و توصیفی است، که می‌تواند مدیران و تصمیم‌گیرندگان را برای دسترسـی بـه اطلاعات یاری نموده و با توجه به نوع برنامه‌ریزی زراعی، مدل متناسب ساخته و ارائه کند. با توجـه

به نقش مهم کشت دیم در بسیاری از استان‌های کشور پیشنهاد می‌شود مشابه چنین تحقیقی برای جو، حبوبات و حتی درختان دیم مانند انجیر، پسته و بادام و ... در سایر نقاط کشور انجام شود .

نباید فراموش کرد که عناصر و عوامل اقلیمی دیگری از قبیل جهت شیب، بافت خاک، رطوبت نسبی، ساعات آفتابی و تبخیر و تعرّق می‌تواند در فرایند کشت گندم دیم دست‌یابی به نتایج دقیق‌تر در زمینه‌ی پتانسیل‌های آب و هوای کشت این محصول استراتژیک مؤثر باشد، که نیازمند بررسی‌های گسترده‌تری است.

یادداشت‌ها

۱- وزن هزار دانه یکی از شاخص‌های عملکرد است

کتابنامه

۱. آرخی، صالح.حجام، سهراب؛ لطفی. (۱۳۸۸). «کارآیی روش‌های زمین آمار در تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی(مطالعه‌ی موردی: استان تهران)». *همایش و نمایشگاه ژئوماتیک*.

۲. بازگیر، س. (۱۳۷۹). «بررسی پتانسیل اقلیمی زراعت گندم دیم (مطالعه موردی کردستان) پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

۳. پورتال جهاد کشاورزی استان کرمانشاه (www.kermanshah.agri.ir).

۴. خواجه پور، م .(۱۳۶۵). *اصول و مبانی زراعت*. اصفهان: انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان.

۵. جهانبخش اصل، س. (۱۳۷۴). «استفاده از داده‌های آگروکیلیهایی و پیش‌بینی هوا در فرآوری‌های کشاورزی». *نشریه‌ی دانشکده‌ی علوم انسانی و اجتماعی*. دانشگاه تبریز. شماره ۲.

۶. رستگار، محمد علی.(۱۳۷۱). *دیم‌کاری*. انتشارات برهمند.

۷. رسولی، ع. ک، قاسمی و ب.سبحانی. (۱۳۸۴). «نقش بارش و ارتفاع در تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (مورد مطالعه: استان اردبیل)». *مجله‌ی جغرافیا و توسعه*. ۱۸۳ـ۲۰۰.

۸. زرین، آذر. (۱۳۷۹). «مدل‌سازی میزان عملکرد محصول گندم دیم با توجه به پارامترهای اقلیم‌شناسی کشاورزی در استان آذربایجان غربی». پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت‌مدرس گروه جغرافیای طبیعی.

۹. سازمان هواشناسی کشور (شرت کوانتا). (۱۳۵۴). *مطالعه‌ی اقلیم کشاورزی ۱۵ محصول زراعی کشور*: انتشارات هواشناسی کشور.

۱۰. سرمدنیا، غلامحسین. عوض کوچکی. (۱۳۶۳). *جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم*. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۱۱. شبستری، م.م، مجتهدی. (۱۳۶۹). *فیزیولوژی گیاهان زراعی*. تهران: مرکز دانشگاه تهران.

۱۲. علیزاده، ا.(۱۳۸۲). *اصول هیدرولوژی کاربردی*. چاپ شانزدهم. انتشارات دانشگاه امام رضا.

۱۳. فرجزاده،م. ع، تکلوبخش. (۱۳۸۰). «ناحیه‌بندی آگروکلیمایی استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعاتی جغرافیایی با تأکید بر گندم». *مجله پژوهش‌های جغرافیایی*، شماره ۴۱.

۱۴. کمالی، غ. (۱۳۷۶). «بررسی اکولوژیکی توانایی‌های دیمزارهای غرب کشور از نظر اقلیمی و با تأکید خاص بر گندم دیم». رساله دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات تهران..

۱۵. گیوی، جواد. (۱۳۷۶). «ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی»، *مؤسسه تحقیقات آب و خاک*، شماره ۱۰۱۵.

۱۶. مخدوم، مجید و همکاران. (۱۳۸۰). *ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۱۷. مصطفایی، جواد. (۱۳۸۳). سالنامه آماری استان کرمانشاه.. انتشارات طاق بستان.

18. Hundal. S.S. Singh, R. and Dhaliva, L.K. (1997). Agro-Climatic indices for predicting phonology of wheat (Triticum aestivum) in Punjab. J.Agric., Sci., 67 .pp 265-268.

19. Kramer, p . j. (1997). Plant and soil water Relationships: A modern Synthesis . Tata Mc Graw Hill Publishing Company Ltd . New Delhi .

20. Oche, c.Y. (1998). Agroclimatic zonation for wheat production in the savanna regin of Nigeria singapur journal of Tropical Geography volum 19:1. pp 55-65.

21. Ress, D. (1990). Precipitation and temperature regimes in uplanel Blochistan: their influence on rain-fed crop production. Agricultural and Forest met. 52..pp 381-396.

22. Sayta, pariya. (1999). GIS-Based Spatial crop yield modeling. www. Gis development net.

23. Sharma, A., Sood, R.K. and Kalubarme, M. H. (2004). Agro meteorological wheat yield forecast in Himachal Pradesh, J. Agro met., 6.. pp 153-160.

24. Warrington. (1997). «Crop phonological stages»,.*Australian Journal of Agricultural Research*. No . 28. pp11 – 27.